16 STRON EKSTRA

RAPORT CJALNY

TECHNOLOGIE PRZYSZŁOŚCI

BUSINESS INSIDER POLSKA TRENDS FESTIVAL

Komputer Świat

www.trendsfestival.pl

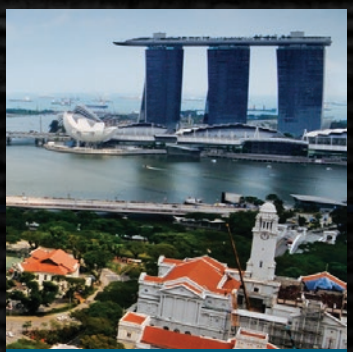
TECHNOLOGIE PRZYSZŁOŚCI

Co nam przyniesie rozwój sztucznej inteligencji?

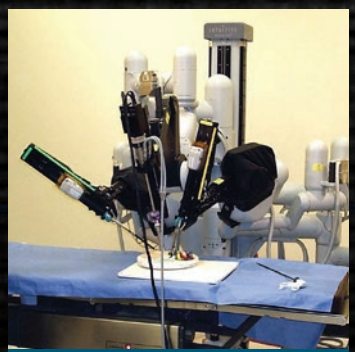
Czy jesteśmy gotowi na autonomiczne auta?

Jak maszyny i urządzenia same się uczą?

TO MUSISZ WIEDZIEĆ!



Smart cities, czyli inteligentne miasta przyszłości



O nasze zdrowie zadba **telemedycyna!**

Blockchain – co to jest, jakie ma wady i zalety?

Internet of Things – sprzęty domowe stają się inteligentne

BUSINESS INSIDER POLSKA TRENDS FESTIVAL 2–3.10.2019 WARSZAWA

ZROZUMIEĆ

W ostatnich latach termin blockchain (tłumaczony na język polski jako łańcuch bloków lub łańcuch blokowy) stał się jednym z najważniejszych pojęć w sektorze technologicznym i biznesie. Obecnie stanowi on ***istotny trend w bankowości elektronicznej, systemach transakcyjnych, informatyce, ubezpieczeniach czy nawet energetyce***

Wielu z nas łańcuchy blokowe wiąże przede wszystkim z kryptowalutami, a szczególnie z najpopularniejszą kryptowalutą – bitcoinem. Dużo osób sądzi, że terminy blockchain i kryptowaluta są tożsame. To błąd, bo łańcuch bloków nie jest kryptowalutą, lecz rozwiązaniem umożliwiającym w ogóle istnienie kryptowalut. Sam blokchain jest pojęciem znacznie szerszym.

W Wikipedii, najpopularniejszej obecnie encyklopedii świata, termin blockchain jest wyjaśniony następująco:

Zdecentralizowana i rozproszona baza danych w modelu open source w sieci internetowej o architekturze peer-to-peer (P2P) bez centralnych komputerów i niemająca scentralizowanego miejsca przechowywania danych, służąca do księgowania poszczególnych transakcji, płatności lub zapisów księgowych, zakodowana za pomocą algorytmów kryptograficznych.

I wszystko jasne, prawda? Niestety, taka definicja może zadowoliłaby księgowego będącego informatykiem, ale raczej niczego nie wyjaśnia przeciętnemu konsumentowi, który ewentualnie z owoców tej technologii mógłby korzystać w praktyce. Jak zatem wyjaśnić technologię blockchain tak, by zrozumiał ją każdy? Spróbujmy.

Jak się rozliczamy?

Ludzie rozliczają się między sobą od tysiącleci. Zawsze było tak, że ktoś posiadał rzecz, której pożądaliśmy, z kolei my mieliśmy coś, czego pożądali inni. Pierwszym systemem wymiany dóbr powstałym w czasach rewolucji neolitycznej (przejście z koczowniczego do osiadłego trybu życia w wyniku powstania rolnictwa), czyli około 12–10 tysięcy lat temu, był barter, czyli po prostu wymiana typu towar za towar. Ponieważ taka wymiana była mało wygodna, dość szybko ludzkość doszła do wniosku, żeby w transakcjach używać pewnych przedmiotów, tak zwanych płacideł. Mogły to być zarówno przedmioty użytkowe (na przykład futra, narzędzia, sól), jak też nieużytkowe (muszelki, kawałki kruszców, kamienie szlachetne itp.). Płacidła funkcjonowały powszechnie w transakcjach do wczesnego średniowiecza. Jednak nie znaczy to, że monety – znana do dziś forma pieniądza – powstały dopiero wtedy. W istocie za pierwsze monety uznaje się te bite przez lidyjskiego króla Gygesa już w VII wieku p.n.e. Moneta była wygodnym środkiem wymiany, a jej posiadacz był pewien jej wartości gwarantowanej przez wizerunek władcy wybity na monecie.

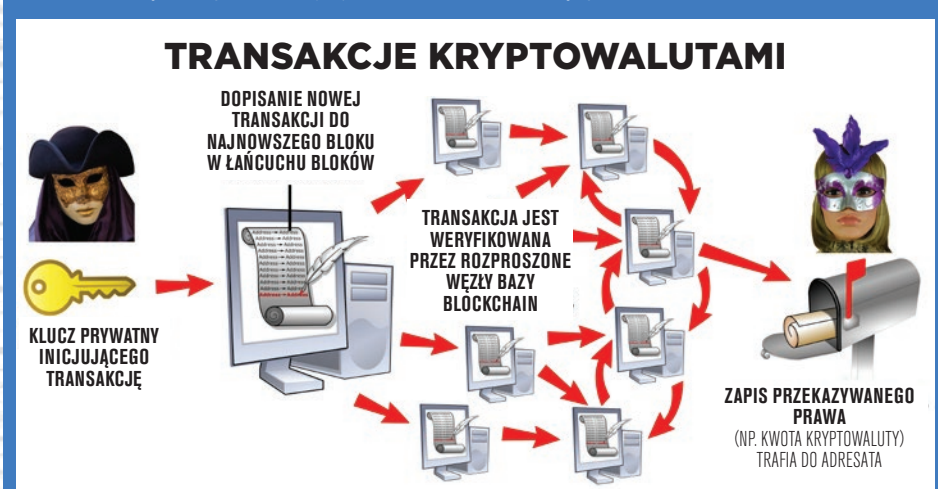
Świat bez gotówki

Dziś większość transakcji rozliczanych jest bezgotówkowo. Obrót bezgotówkowy pojawił się wraz z powstaniem banków i prowadzonych przez nie rachunków. Czym jest pieniądz bezgotówkowy? To nic innego jak pieniądz przyjmujący formę zapisów księgowych na rachunkach bankowych. Dawniej takie zapisy realizowane były na nośnikach analogowych – takich jak księgi rachunkowe. Dziś powszechnie wykorzystujemy do tego celu tak zwany pieniądz elektroniczny, który w istocie jest niczym innym jak zbiorem danych zapisywanym na określonym urządzeniu elektronicznym. Znane wszystkim formy pieniądza elektronicznego to między innymi: karty płatnicze, elektroniczne polecenia zapłaty, przelewy elektroniczne, aż po takie nowoczesne usługi mobilne, jak płatności NFC, aplikacje IKO, iKASA, PeoPay, technologia HCE czy płatności BLIK. Wspólną cechą wszystkich wymienionych rozwiązań jest jednak to, że bazują one na istniejącym systemie bankowym. Wszystkie formy pieniądza zależą od konkretnego emitenta (na przykład państwa emitującego daną walutę czy banku oferującego konkretną usługę płatności mobilnych). Dopiero technologia blockchain umożliwiła powstanie zupełnie nowych form pieniądza, tak zwanego pieniądza wirtualnego,

Przykładowa transakcja korzystająca z łańcuchów blokowych

Wyobraźmy sobie sytuację, kiedy Adam chce przekazać Basi określoną kwotę. Tradycyjnie wykonując przelew, weryfikacją transakcji i potwierdzeniem, że Basia otrzyma określoną kwotę, zajmuje się bank. Gdy korzystamy z łańcuchów blokowych, za weryfikację transakcji odpowiadają wszystkie komputery podłączone do danego blockchaina, gdyż na każdym z tych komputerów przechowywana jest kopia rejestru (czyli bloków danych). Gdy Adam przekazuje Basi kwotę kryptowaluty, w bazie tworzona jest nowa transakcja. Zostaje ona przesłana do setek komputerów przechowujących rejestr, które automatycznie potwierdzają (bądź odrzucają) transakcję. Dopisanie transakcji do bloku danych oznacza, że określona kwota należy już do Basi. Nawet jeżeli Basia zdecyduje się na zwrot Adamowi otrzymanej kryptowaluty, oznacza to tylko, że powstanie nowa transakcja dopisana do rejestru, itd.

Skąd wiadomo, czy Adam faktycznie miał pieniądze (kryptowalutę)? Stąd, że kryptowaluta to nic innego jak zbiór danych już wcześniej zapisany w łańcuchu bloków. Jeżeli przekazywany zbiór danych istnieje w całej historii transakcji przechowywanych w blockchainie, stanowi to potwierdzenie, że faktycznie Adam może dysponować określoną kwotą.



BLOCKCHAIN

Wirtualna waluta bitcoin to najbardziej znany przykład wykorzystania technologii łańcuchów blokowych, jednak blockchain może mieć również inne zastosowania

częściej znanego pod nazwą kryptowaluty. Cechą kryptowaluty takiej jak najpopularniejszy obecnie bitcoin jest jej całkowita niezależność od jakiegokolwiek systemu bankowego czy instytucji finansowych jakiegokolwiek państwa czy organizacji.

Transakcje tradycyjne i w łańcuchach blokowych

Zasadniczą różnicą pomiędzy jakąkolwiek transakcją realizowaną za pomocą tradycyjnych środków a transakcją realizowaną z wykorzystaniem techniki łańcuchów blokowych jest to, że blockchain nie wymaga jakiejkolwiek instytucji zaufania publicznego. Co to właściwie znaczy? Gdy na przykład nabywamy prawo do nieruchomości, instytucją zaufania publicznego potwierdzającą nasze prawo do danego lokalu w wyniku na przykład kupna jest notariusz – osoba, która własną pieczęcią i podpisem potwierdza, że sprzedający lokal otrzymał od kupującego zapłatę, a kupujący tym samym nabył prawo do danego lokalu. Inna instytucja zaufania publicznego to na przykład Narodowy Bank Polski, który jest centralnym bankiem naszego kraju i emitentem prawnych środków płatniczych: banknotów i bilonu polskiej waluty.

Tymczasem w przypadku technologii blockchain, niezależnie od tego, czy będzie ona wykorzystana do realizacji płatności (na przykład w bitcoinach czy innych kryptowalutach), czy też na przykład bezpośrednich transakcji giełdowych, ksiąg wieczystych z pominięciem notariuszy czy dowolnie innych rejestrów, nie jest potrzebna jakakolwiek instytucja zaufania publicznego. Zaufanie w łańcuchach blokowych wynika z kryptografii. Elementem absolutnie niezbędnym do tego, by jakikolwiek łańcuch blokowy, czyli rozproszony rejestr transakcji (nieważne, czy pieniężnych, czy jakichkolwiek innych), mógł istnieć, jest internet, czyli globalna, rozproszona sieć informacyjna.

Nazwa „łańcuch blokowy" wynika stąd, że poszczególne transakcje zapisywane w technologii blockchain tworzą bloki danych. Gdy dany blok zostanie nasycony odpowiednią liczbą transakcji, tworzony jest kolejny blok danych transakcyjnych, powiązany ze wszystkimi wcześniej utworzonymi. Dzięki temu, że bloki danych są rozmieszczone w sposób rozproszony w całym internecie w tych samych kopiach, nie jest potrzebna żadna instytucja centralna, weryfikująca czy kontrolująca transakcje. Absolutnie każdy komputer podłączony do internetu może brać udział w przesyłaniu i uwierzytelnianiu transakcji. Cały rejestr ma charakter otwarty i jest zabezpieczony za pomocą jawnych algorytmów kryptograficznych. Oznacza to, że każdy może mieć wgląd w całą księgę transakcyjną łańcucha bloków, ale nikt – przy obecnym stanie wiedzy – nie jest w stanie zmanipulować już zapisanych transakcji.

Blockchain to przyszłość?

Niewątpliwie technologia przechowywania zapisów transakcyjnych za pomocą łańcuchów blokowych wyróżnia się pewnymi zaletami, których nie mają klasyczne, zcentralizowane rejestry danych. Transparentność transakcji czy ich nienaruszalność dzięki kryptografii i rozproszeniu to zalety. Wadą jest jednak obliczeniowy koszt transakcji (konieczność wykonania obliczeń, aby kolejna transakcja została dopisana do bloku danych) i nieefektywność energetyczna takiego rozwiązania (cały rejestr musi być stale utrzymywany). W lipcu 2019 roku pojawiły się szacunki, że rejestr blockchain odpowiedzialny za funkcjonowanie bitcoina – najpopularniejszej kryptowaluty świata, pochłania około 7 GW energii, co stanowi około 0,21% globalnej podaży energii. W skali roku odpowiada to całkowitemu zużyciu energii przez Szwajcarię.

Zalety i wady technologii blockchain

ZALETY:

+ Wysoka odporność na cyberataki
+ Niepotrzebna żadna instytucja weryfikująca transakcje
+ Odporność na awarie techniczne dzięki globalnemu rozproszeniu
+ Jawność rejestrów
+ Bezpośredniość transakcji

WADY:

– Niewielka wydajność iefektywność energetyczna łańcuchów blokowych
– Zachowanie ciągłości rejestru wymaga co raz większych ilości pamięci i innych zasobów (mocy obliczeniowej, energii itp.)

Blockchain i cyfrowa demokracja

Choć łańcuchy blokowe dziś kojarzą się głównie z kryptowalutami, to nie jest to jedyne potencjalne zastosowanie tej technologii. Przykładem może być wykorzystanie blockchaina w demokratycznych wyborach. Wspólny, rozproszony rejestr może być wykorzystywany do głosowania. W takim przypadku obywatel mający prawo głosu dysponuje cyfrowym tokenem reprezentującym jego głos. Oddając głos, przekazujemy token do konkretnego kandydata. Od strony technicznej nie różni się to niczym od przekazania bitcoina innej osobie. Kandydat, który zgromadzi najwięcej głosów/tokenów obywateli, wygrywa wybory. Autentyczność głosów i legalność wyborów potwierdzana jest przez wiele komputerów, a baza transakcyjna będąca w tym przypadku wirtualną urną z głosami, dzięki zabezpieczeniom kryptograficznym nie może być naruszona – sfałszowanie wyborów, przy obecnym stanie techniki, jest w zasadzie niemożliwe.

KRÓTKA HISTORIA SZTUCZNEJ INT

Uznaje się, że pierwszym człowiekiem, naukowcem, który użył sformułowania artificial intelligence, czyli „sztuczna inteligencja", był amerykański matematyk i informatyk, absolwent Princeton, John McCarthy. Jednak pojawienie się tego terminu nie jest bynajmniej początkiem badań nad tym, czy maszyny mogą „myśleć", samą ideę, że maszyny mogą podejmować decyzje, rozważał już Kartezjusz w XVII wieku! McCarthy użył terminu „sztuczna inteligencja" w roku 1956, podczas zorganizowanych wówczas specjalnych warsztatów naukowych, które pozwoliły zebrać w jednym miejscu wielu naukowców zajmujących się teorią automatyki, sieciami neuronowymi i badaniami nad inteligencją jako taką. Uczestniczyli w nich tacy uznani badacze, jak między innymi dr Marvin Minsky, dr Julian Bigelow, dr Claude Shannon (ojciec teorii informacji), Arthur Samuel, John McCarthy, a także Allen Newell czy Herbert A. Simon.

Na początek sztuczny neuron

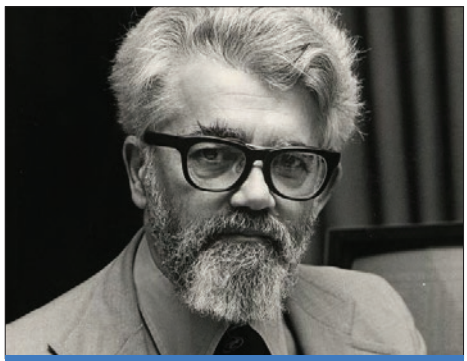
O ile jednak termin „sztuczna inteligencja" pojawił się w nauce w 1956 roku, to badania nad „myślącymi" maszynami wówczas już trwały od kilku lat, choć liczba naukowców parających się nową i nieznaną wcześniej nauce dziedziną była relatywnie niewielka. Jedną z pierwszych, pionierskich prac dotyczących sztucznej inteligencji było dzieło dwóch panów: Warrena McCulloha i Waltera Pittsa. Otóż opracowali oni, opierając się zarówno na matematycznej logice formalnej, jak i na fizjologii i funkcji neuronów w mózgu, pierwszy model sztucznego neuronu. Zrobili to w roku… 1943. McCulloh i Pitts poszli nawet o krok dalej, wykazując, że każda funkcja obliczalna może być prawidłowo obliczona przez sieć współpracujących ze sobą, sztucznych neuronów. Tym samym to właśnie oni są autorami pomysłu na pierwszą sieć neuronową, jeszcze nie fizycznie istniejącą, ale już wyrażoną jako matematyczny koncept. Ideę sztucznego neuronu opracowaną przez McCulloha i Pittsa wdrożyli w życie, w postaci działającego, rzeczywistego urządzenia, dwaj inni naukowcy, matematycy z Princeton: Dean Edmonds i Marvin Minsky. Zbudowali oni w 1952 roku maszynę, którą oficjalnie nazwano SNARC (był to skrót od frazy Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator). Jednak wielu określało ten sprzęt nieoficjalnie jako „maze computer" (ang. maze = labirynt). Dlaczego labirynt? Otóż zadaniem SNARC-a była symulacja szczura (dokładniej: neuronów szczura) próbującego znaleźć wyjście z labiryntu. Sprzęt zbudowany przez Minsky'ego i Edmondsa był konstrukcją na owe czasy niezwykle innowacyjną i wyjątkową. SNARC korzystał z około 3 tysięcy lamp próżniowych, a jednym z jego elementów był nawet zapasowy mechanizm autopilota wymontowany z amerykańskiego bombowca B-24 – system ten symulował pracę około 40 neuronów. SNARC nie dotrwał do naszych czasów, konstrukcja Minsky'ego i Edmondsa została rozmontowana (w celach naukowych) podczas wspomnianych wcześniej warsztatów w Darthmouth College.

Mimo innowacyjności „maze computera" dziś za pierwszą zbudowaną sztuczną sieć neuronową ogólnego przeznaczenia uznaje się komputer Mark I Perceptron zbudowany przez Franka Rosenblatta w 1957 roku.

Arthur Samuel nauczył komputer grać w warcaby. Jego program uznawany jest za pierwszy przykład użycia algorytmów maszynowego uczenia

Od neuronów do nauki... warcabów

Dziś modnym hasłem jest uczenie maszynowe. Istotnie wiele rozwiązań technologicznych istniejących w dzisiejszej rzeczywistości korzysta z wyuczonych maszynowo algorytmów, ale autorami sugestii (dziś wiemy, że słusznej) byli wspomniani twórcy konceptu sztucznego neuronu: McCulloh i Pitts. To oni twierdzili, że właściwie skonstruowana sieć sztucznych neuronów powinna być w stanie sama się uczyć – pamiętajmy, że mówimy o latach czterdziestych ubiegłego wieku! Smaczku dodaje fakt, że wówczas nie wiedziano jeszcze (sic!), jak dokładnie uczy się mózg człowieka. Dopiero sześć lat po pojawieniu się koncepcji sztucznego neuronu McCulloha-Pittsa, w 1949 roku, Donald O. Hebb, kanadyjski neuropsycholog, odkrył, że proces uczenia się (biologicznego) można sprowadzić do prostej reguły wzmacniania połączeń pomiędzy neuronami, co prowadzi do dobrze dziś znanej biologii plastyczności synaptycznej mózgu. W tym sensie pomysł McCulloha i Pittsa wyprzedził wiedzę biologiczną.



John McCarthy jako pierwszy użył sformułowania „sztuczna inteligencja"

W sensie praktycznym idea uczenia się maszyny została w imponujący sposób zaprezentowana przez Arthura Samuela na wspomnianych warsztatach w Darthmouth College. Samuel zaprezentował program, który grał z człowiekiem w warcaby. Co w tym niezwykłego? Przede wszystkim to, że Samuel w kodzie swojego programu po raz pierwszy opracował i zaimplementował algorytm przeszukujący (dziś znany pod nazwą algorytm alfa-beta) oraz algorytm samouczący (tak zwany algorytm rote learning). Pierwszy z nich pozwalał komputerowi oceniać aktualną pozycję na planszy, a następnie wybierać najbardziej obiecujące posunięcia. Drugi z kolei umożliwiał maszynie uczenie się na błędach. Samouczące się warcaby Arthura Samuela wygrały w 1962 roku z mistrzem stanu Connecticut. Pionierskie czasy SI czekał jednak kryzys, wywołany opublikowaną w 1969 roku pracą Marvina Minsky'ego (tak, tego od SNARC-a) i Seymoura Paperta. Badacze wykazali wówczas, że logika perceptronów (pierwszych sieci neuronowych) ma znaczne ograniczenia, których nie da się pokonać wyłącznie efektem skali (zwiększaniem samej sieci). To zburzyło dość silną wówczas w nauce wiarę na szybkie zbudowanie cyfrowego odpowiednika ludzkiego mózgu. Perceptrony dobrze sobie radziły z konkretnymi (na ogół prostymi) zadaniami, jednak gdy próbowano je zaadoptować do szerszego zakresu problemów, próby te kończyły się fiaskiem.

Systemy eksperckie

Odmiennym podejściem do stworzenia rozwiązań z zakresu sztucznej inteligencji były szczególnie popularne w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku tak zwane systemy eksperckie. Były to systemy komputerowe zdolne do

Sztuczna inteligencja to dziś, w naszym pełnym technologii świecie, modne hasło. Pytanie, czy właściwie rozumiane. Pod względem naukowym ***sztuczna inteligencja to młoda dziedzina wiedzy i wciąż skrywająca przed nami swój potencjał.*** *Przyjrzyjmy się rozwojowi SI na przestrzeni lat*

ELIGENCJI

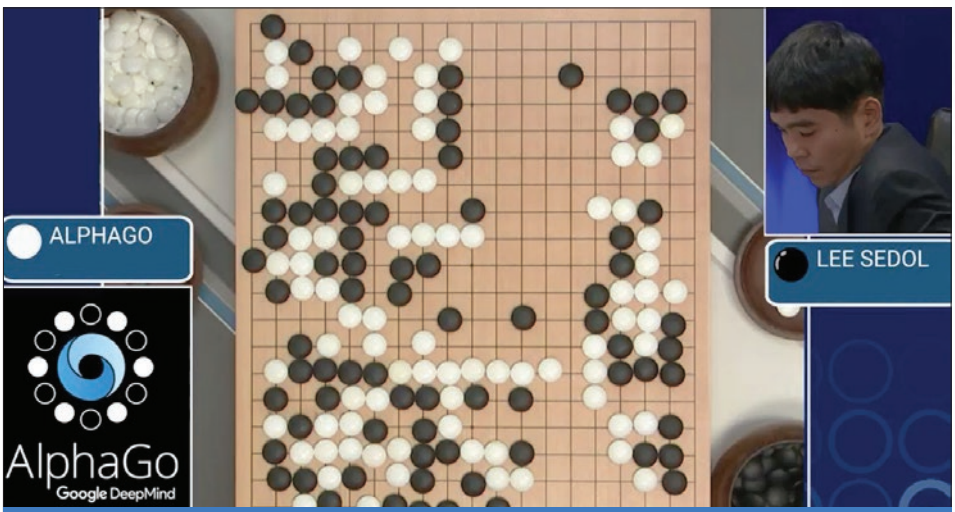
samodzielnej analizy danych i wnioskowania. Za pionierskie rozwiązanie z zakresu systemów eksperckich uznaje się opracowany już w latach sześćdziesiątych XX wieku program Dendral. Program ten służył do analizy i identyfikacji molekuł związków organicznych, a stał się użyteczny, gdy w jego kodzie zaszyto w języku formalnym wiedzę naukowców chemików zajmujących się analizą molekularną. Sukces Dendrala, który korzystał z wiedzy ludzi ekspertów, natchnął badaczy do budowy kolejnych systemów eksperckich. Niestety, podobnie jak w przypadku perceptronów, także systemy eksperckie okazały się rozwiązaniem w dłuższej perspektywie zawodnym – głównie ze względu na kosztowną konserwację. Wiedzę zaszytą w każdym systemie trzeba było mozolnie aktualizować, a to kosztowało. Gdy kwestię aktualizacji wiedzy pomijano ze względów oszczędnościowych, system dość szybko stawał się bezużyteczny.

Głębokie uczenie maszynowe

Podwaliny pod algorytmy umożliwiające sprawne uczenie się bardzo złożonych, wielowarstwowych sieci neuronowych (znacznie bardziej złożonych od wspomnianych wcześniej perceptronów), dzięki czemu mogły one teoretycznie być skuteczne w rozwiązywaniu szerokiego zakresu problemów, położyli Yu-Chi Ho oraz Arthur Bryson. Już w 1969 roku opracowali oni pierwszy z wielu dziś znanych algorytmów nadzorowanego uczenia wielowarstwowych sieci neuronowych: algorytm propagacji wstecznej. Jednak wówczas przeszkodą na drodze budowy samouczących się systemów komputerowych była zbyt niska moc obliczeniowa. Jednak moc ta rosła nieustannie przez lata, w efekcie w 2006 roku udało się nam osiągnąć kolejny kamień milowy: pojawiło się tak zwane głębokie uczenie maszynowe – metoda maszynowego uczenia, z której dziś korzystają wszyscy wielcy gracze branży IT: Facebook, Google, Microsoft, Amazon, Apple, IBM, Huawei i wielu, wielu innych. Bez głębokiego uczenia maszynowego nie istniałyby takie rozwiązania, jak Siri, Alexa czy Asystent Google, nie istniałoby wyszukiwanie obrazów według podobieństwa i wiele innych rozwiązań, z których dziś powszechnie korzystamy bez zastanawiania się nad tym, jak głęboka technika za tym stoi.

Przyszłość SI

Rozwój technologiczny stale przyśpiesza – nie inaczej jest w przypadku badań nad sztuczną inteligencją. Próby możliwie konkretnego przewidzenia, jak będą wyglądać rozwiązania korzystające z SI w przyszłości, są z góry skazane na porażkę, jednak większość ekspertów specjalizujących się w tematyce SI jest zgodna, że nie musimy obawiać się wrogiej SI znanej choćby z filmowego Terminatora. Znacznie bardziej prawdopodobne jest to, że za kilka, góra kilkanaście lat inteligentny asystent głosowy znajdzie się w każdym domu – niepozorne urządzenie, porozumiewające się naturalnym głosem, z wiedzą całej sieci stanie się naszym najmądrzejszym znajomym.



W 2016 roku sztuczna inteligencja DeepMing AlphaGo wygrała z mistrzem świata w Go, Lee Sedolem, pokonując go w czterech z pięciu partii. Dziś AlphaGo dzięki maszynowemu treningowi (maszyna gra z maszyną) jest w stanie pokonać każdego człowieka w tej grze

Kamienie milowe w rozwoju SI

1637 Kartezjusz rozważa ideę, że kiedyś maszyny będą podejmować decyzje, a nie tylko ludzie

1943 Model sztucznego neuronu McCuł loha-Pittsa

1952 Minsky iEdmonds budują SNARC

1956 Warsztaty wDartmouth College

1957 Mark IPerceptron – pierwsza sieć neuronowa zbudowana przez Franka Rosenblatta

1965 Powstaje system ekspercki Dendral

1966 Powstaje ELIZA – pierwszy chatbot

1967 Komputery zaczynają rozpoznawać wzorce (algorytm najbliższego sąsiada; ang. nearest neighbor)

1969 Opracowanie algorytmu propagacji wstecznej

1979 Studenci Stanforda opracowują samodzielnie nawigujący pojazd Stanford Cart

1985 Terry Sejnowski opracowuje NETTalk, sieć neuronową uczącą się wypowiadać słowa z tekstu pisanego

1997 Deep Blue – komputer zbudowany przez firmę IBM pokonuje mistrza świata w szachach

2005 DARPA Grand Challenge – opracowanie autonomicznych pojazdów

2006 Geoffrey Hinton definiuje pojęcie głębokiego uczenia maszynowego

2011 IBM Watson wygrywa zludźmi w teleturnieju „Jeopardy!" (w Polsce teleturniej znany pod nazwą Va banque)

2012 Naukowcy Stanforda iGoogle opracowują SI, która sama... rozpoznaje koty (uczenie głębokie, nienadzorowane, na olbrzymich zbiorach danych).

2015 Maszyny są już lepsze wrozpoznawaniu obrazów od ludzi

2016 Komputer AlphaGo wygrywa zmistrzem świata w grze Go.

2018 Autonomiczne pojazdy pojawiają się na drogach publicznych w wybranych miejscach świata

JAK MASZYNY

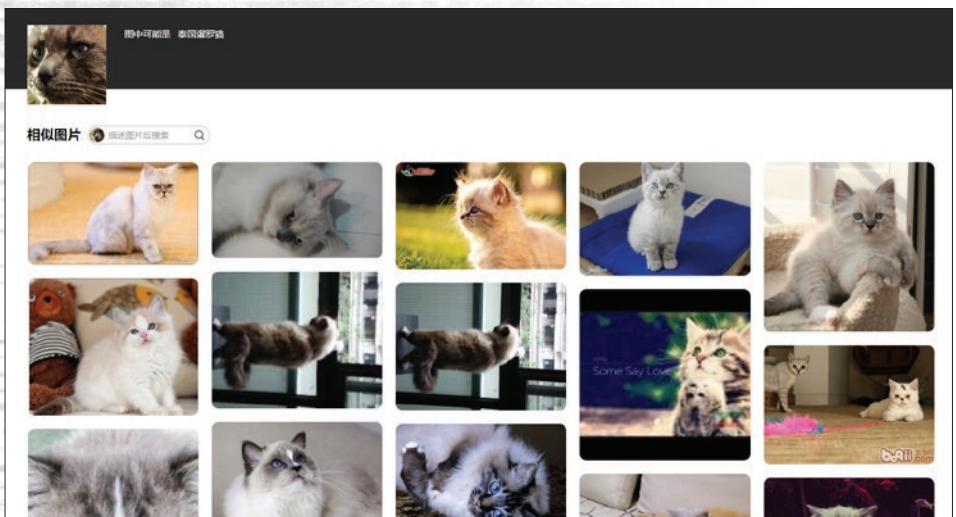
Komputery zmieniły nasz świat. Robią to dalej. O ile jednak przez pierwsze dziesięciolecia ich istnienia to głównie człowiek odpowiadał za każdy bit informacji, który był przetwarzany przez komputer, o tyle dziś coraz częściej ***maszyny potrafią uczyć się i zdobywać nowe umiejętności bez bezpośredniego udziału człowieka***

Pojęcie „uczenie maszynowe" (ang. machine learning) czy jedna z najnowszych metod tego uczenia, czyli tak zwane głębokie uczenie maszynowe (ang. deep learning), to najmodniejsze hasła w informatyce ostatnich lat. Bez uczenia maszynowego nie mielibyśmy dziś funkcjonujących inteligentnych algorytmów, usług i programów. Komputery nie potrafiłyby rozpoznawać twarzy, głosu, nie istniałyby takie rozwiązania jak inteligentni asystenci głosowi (między innymi Asystent Google, Siri, Amazon Alexa, Cortana itp.). Oczywiście przykładów zastosowań uczenia maszynowego jest znacznie więcej, ale zacznijmy od odpowiedzi na pytanie postawione w tytule.

Maszyna podejmuje decyzję

Szeroko stosowane uczenie maszynowe to stosunkowo młoda dziedzina technologii informacyjnych. Owszem, pierwsze przypadki tworzenia samouczących się algorytmów mieliśmy już w latach pięćdziesiątych XX wieku (sic!) – więcej o tym w artykule dotyczącym historii sztucznej inteligencji (patrz strona 4), ale maszyny zaczęły się poważnie uczyć dopiero w tym wieku. Wcześniej z maszynowym uczeniem spotykaliśmy się sporadycznie, co wynikało jednak nie tyle z braku pomysłów na to, jak maszyny powinny się uczyć, ile z tego, że brakowało mocy obliczeniowej oraz danych, które stanowiłyby istotną wartość „treningową" dla uczących się komputerów.

Siła maszynowego uczenia wynika bezpośrednio z szybkości działania komputerów. Człowiek analizujący jakieś dane może pracę wykonywać kompleksowo w bardzo szerokim zakresie, rozumie, jakie informacje mają znaczenie, a jakie nie. Zna też reguły, jakie powinien stosować, by dojść do właściwych wniosków, często też kieruje się intuicją i – niestety – uprzedzeniami. Tak działali na przykład doradcy finansowi w erze przedkomputerowej. To od człowieka zależało, czy klient banku może otrzymać kredyt, czy też nie. Oczywiście decyzja ta była podejmowana w znacznym stopniu na podstawie danych formalnych (na przykład zarobki klienta, historia konta, realizowane transakcje, wykonywana praca i wiele więcej), problemem był jednak czas. Nawet doskonały ekspert w dziale przyznawania kredytów był w stanie przetworzyć ograniczoną liczbę wnios ków klientów. Kom puter jest w stanie robić to znacznie szybciej, ale musimy nauczyć go, jak ma podejmować właściwe decyzje. Pierwsze metody uczenia maszynowego były właśnie tak zwanym uczeniem nadzorowanym. W tej metodzie komputer otrzymuje zarówno dane wejściowe, jak i rezultat, czyli działanie, wynik lub decyzję, jaka powinna być podjęta na podstawie danych informacji, starannie dobranych przez człowieka. Po wielu powtórzeniach maszyna zapamiętuje, jak podejmować właściwe decyzje, choć w ograniczonym zakresie, w jakim jej wnioskowanie jest potrzebne, nie musi rozumieć (i najczęściej nie zna) wszystkich niuansów podejmowanego wnioskowania.



Chiński „google", czyli serwis Baidu, korzysta z uczenia maszynowego. Po wczytaniu do niego obrazka zawierającego fragment pyszczka kota (zdjęcie nie miało żadnych metadanych ani tagów) maszynowa inteligencja Baidu poprawnie rozpoznała, co jest na zdjęciu, proponując podobne fotografie. Pod tym względem Baidu jest dokładniejsze od Google

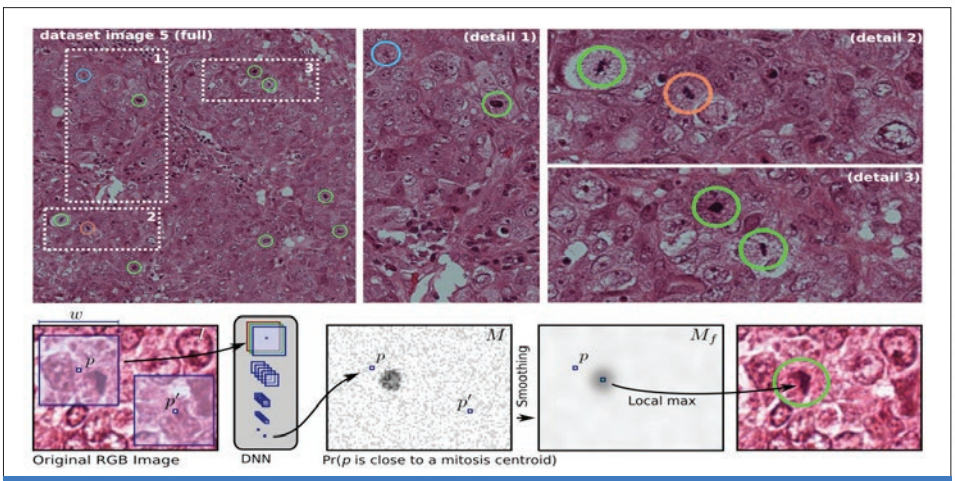
Głębokie uczenie

Głębokie uczenie maszynowe pozwoliło wejść maszynom na zupełnie nowy poziom. W 2012 roku opracowana przez Google sztuczna inteligencja zbudowana na bazie 16 tysięcy komputerów z wielowarstwową siecią neuronową była „karmiona" olbrzymimi zbiorami danych z internetu, przy czym dane te były przetwarzane przez specjalne algorytmy odpowiedzialne za naukę i rozpoznawanie pewnych wzorców w otrzymywanych danych. W tym przypadku mówimy o uczeniu nienadzorowanym. Człowiek w żaden sposób nie ingerował w wejściowy zbiór danych, którym w tym konkretnym przypadku były miliony klipów z serwisu YouTube, które w żaden sposób nie były formalnie opisywane, tagowane czy jakkolwiek oznaczane, by algorytm lepiej sobie z nimi radził. Okazało się, że zbudowana przez Google sieć neuronowa sama nauczyła się rozpoznawać… koty. Co ważne, badacze pracujący nad jej rozwojem podczas nauki maszyny nigdy nie poinformowali jej „to jest kot". Maszyna sama rozpoznała i wyodrębniła najbardziej charakterystyczny wzorzec w wejściowym zbiorze danych (przyznacie, że filmy o kotach są wyjątkowo popularne w internecie).

Pułapki maszynowego uczenia

Fakt, że sztuczna inteligencja na skutek samodzielnego uczenia się zaczęła rozpoznawać koty, był w pewnym sensie oczekiwanym rezultatem – podobnie funkcjonuje ludzka kora wzrokowa, gdy uczymy się rozpoznawać obiekty. Dziecko umie odróżnić kota od jakiegokolwiek innego przedmiotu czy zwierzęcia na długo, zanim rodzice powiedzą mu, że to kot. Jednak nienadzorowane uczenie na podstawie olbrzymich, nieuporządkowanych zbiorów danych może prowadzić do mylnych wniosków. Dowodzą tego liczne, niejednokrotnie komiczne korelacje wykrywane przez uczone maszynowo wielkimi zbiorami danych maszyny. Komputery na przykład odnajdują bardzo silną (99,79%) korelację pomiędzy wydatkami Stanów Zjednoczonych na naukę a… liczbą samobójstw przez uduszenie. Równie silną

SIĘ UCZĄ?



Dzięki uczeniu głębokiemu komputery są w stanie skutecznie wykrywać zmiany nowotworowe w obrazach diagnostycznych

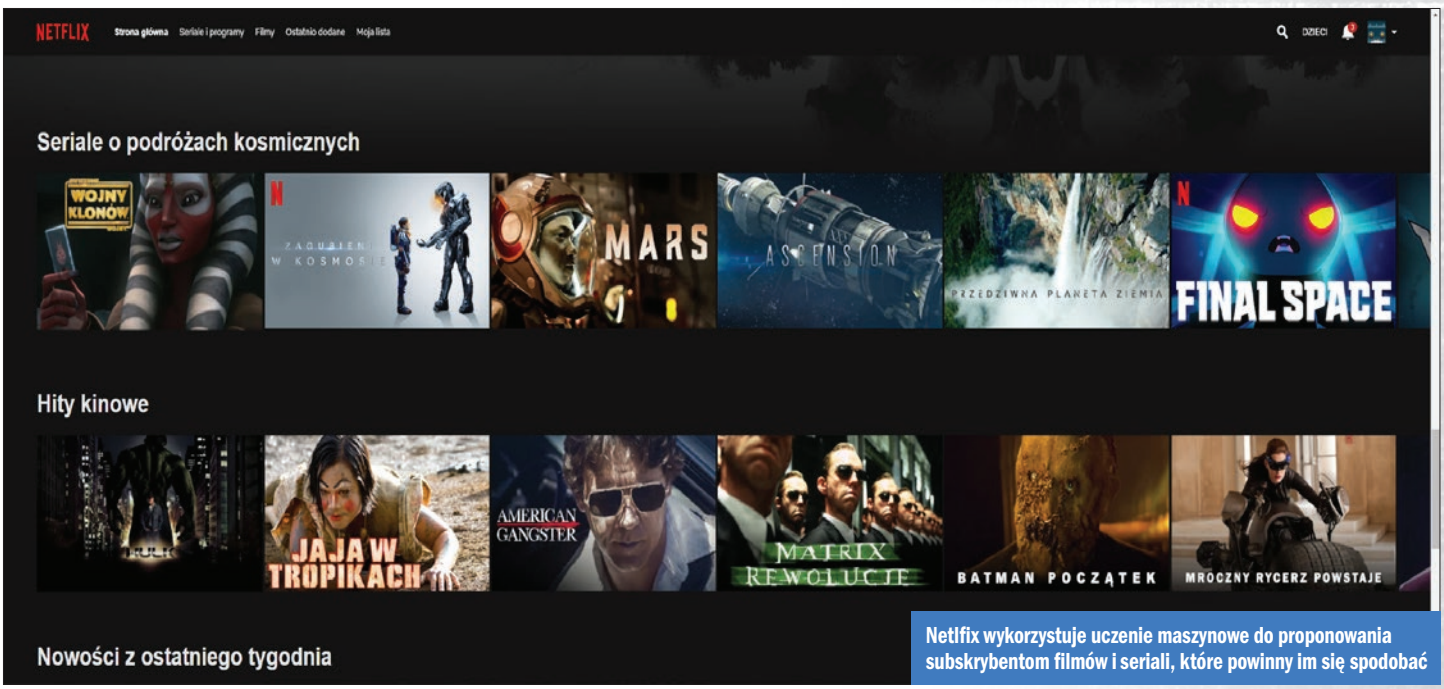
korelację maszyny wykryły pomiędzy liczbą ludzi, którzy utonęli, wypadając z łodzi podczas wędkowania, a… spożyciem sera mozzarella. Absurd? Z całą pewnością. Po prostu korelacja to nie przyczynowość. Z faktu, że jakieś zmienne zmieniają się w podobny sposób, nie można wnosić, że jedna z tych zmiennych wpływa na drugą. W czasach przed komputerami statystyka też przecież istniała, niemniej ludzie nie wykrywali takich absurdów. Dlaczego? Bo badania były prowadzone intencjonalnie, z jakimś wstępnym założeniem (na przykład że wzrost zarobków może zależeć od poziomu edukacji). Tymczasem maszyny uczą się błyskawicznie, przetwarzają olbrzymie zbiory danych, ale nie rozumieją tego, co robią w ludzkim sensie.

Maszynowe uczenie zamiast programowania

Dawniej, aby komputer coś zrobił, należało go zaprogramować, czyli drobiazgowo wprowadzić do niego językiem formalnym wszystkie zadania. Programista tym samym wiedział, jak zrobić to, co ma zrobić programowany przez niego komputer, ale maszyna wykona tę czynność po prostu szybciej. Maszynowe uczenie pozwoliło na wielką zmianę – dzięki niemu maszyny mogą wykonywać zadania, których sami nie potrafimy, i rozwiązywać problemy, których rozwikłanie „na piechotę" przez ludzi byłoby zbyt długotrwałe i zbyt kosztowne.

Maszynowe uczenie, przykładowe zastosowania

- **Google** – najpopularniejsza wyszukiwarka internetowa świata działa na podstawie wyuczonych maszynowo algorytmów; to dzięki nim Google jest tak wydajny w znajdywaniu poszukiwanych przez nas treści.
- **Netflix, Amazon Video itp.** – serwisy wideo online stosują maszynowe uczenie po to, by algorytmy lepiej dopasowywały oferowane treści do potrzeb konsumentów.
- **Facebook** – serwis stosuje maszynowe uczenie między innymi do tego, by proponować nam osoby, które prawdopodobnie znamy (często ze znakomitym skutkiem).
- **Cyberbezpieczeństwo** – dzięki maszynowemu uczeniu możliwe jest wykrywanie nowych, nieznanych wcześniej cyberataków.
- **Wykrywanie oszustw** – dzięki analizie olbrzymich zbiorów danych wyuczone maszynowo programy są w stanie rozpoznać nieprawidłowości we wszelkich procesach i podjąć stosowne kroki. Jest to stosowane na przykład w bankowości – algorytm jest w stanie na przykład wykryć nieuprawnione użycie skradzionej karty kredytowej.
- **Medycyna** – głębokie sieci neuronowe są w stanie wykrywać zmiany nowotworowe w mikroskopowych obrazach diagnostycznych lepiej od większości lekarzy.



Netflix wykorzystuje uczenie maszynowe do proponowania subskrybentom filmów i seriali, które powinny im się spodobać

CZY JUŻ CZAS NA AUTONOMIC

Do końca ubiegłego wieku w pełni autonomiczny transport wydawał się mrzonką. Istniejące wtedy wyobrażenia przyszłości nie przewidywały tego, by człowiek przestał kierować samochodem – nawet gdy samochód ten, jak na przykład w filmie Blade Runner (Łowca androidów) z 1982 roku – mógł latać. Smaczku dodaje fakt, że akcja wyreżyserowanego przez Ridleya Scotta kultowego obrazu SF dzieje się w roku... 2019. Teraz.

Jak widać, latających samochodów wciąż nie mamy i raczej nie zanosi się na to, byśmy mieli w najbliższym czasie opanować antygrawitację. Za to jeżeli chodzi o autonomię w transporcie drogowym, to jej wizja jest bliższa realizacji niż kiedykolwiek. W niektórych miastach świata w pełni autonomiczne samochody już jeżdżą. Tylko, co właściwie znaczy „autonomiczny"? Czy pojazd autonomiczny to pojazd skomputeryzowany? Jakie są poziomy autonomii? Czas to wyjaśnić.

Automatyka może obyć się bez komputera

Intuicyjnie przyjmujemy założenie, że autonomiczny pojazd to auto w bardzo wysokim stopniu skomputeryzowane. Założenie poniekąd słuszne, gdyż bardzo duża liczba zmiennych decyzyjnych w ruchu na publicznych drogach wymaga od automatyki dużej mocy obliczeniowej. Mimo ponad stuletniego istnienia motoryzacji i półwiecza komputeryzacji jeszcze nie uporaliśmy się z tematem. Warto jednak wiedzieć, że automatyzacja nie wymusza komputeryzacji. Doskonale zna to branża lotnicza. Pierwszy autopilot zainstalowany w samolocie powstał zaledwie 9 lat po tym, jak bracia Wright wznieśli się w powietrze swoim pierwszym w historii samolotem. Na długo przed tym, zanim na świecie pojawił się w ogóle jakikolwiek komputer. Zbudowanie autopilota w samolocie było możliwe dlatego, że ruch lotniczy jest znacznie mniej chaotyczny niż ruch drogowy. Jeżeli do tego dodamy znajomość praw fizyki (dokładniej: aerodynamiki) oraz

Poziomy autonomii samochodów

Standaryzacją poziomów autonomii w transporcie zajmuje się organizacja SAE International (pierwotnie Society of Automotive Engineers). Dokładniej rzecz definiuje regularnie aktualizowany (zgodnie z bieżącym poziomem techniki) tak zwany standard SAE J3016. Oto jak wygląda najnowsza (z 2018 roku) klasyfikacja poziomów autonomii samochodów według tego standardu:

SAE J3016™ POZIOMY AUTONOMII

	SAE POZIOM 0	SAE POZIOM 1	SAE POZIOM 2	SAE POZIOM 3	SAE POZIOM 4	SAE POZIOM 5
Co musi wykonywać człowiek siedzący na fotelu kierowcy?	Kierowca prowadzi auto zawsze, bez względu na to, jakie i ile z obecnych w pojeździe systemów wsparcia kierowcy jest aktywnych – dotyczy to także sytuacji, kiedy de facto kierowca nie naciska hamulca, przyśpieszenia czy kierownicy			Człowiek nie prowadzi pojazdu, gdy obecne w pojeździe systemy autonomicznej jazdy są aktywne – dotyczy to także sytuacji, gdy człowiek siedzi na fotelu „kierowcy"		
	Kierowca prowadzi auto zawsze, bez względu na to, jakie i ile z obecnych w pojeździe systemów wsparcia kierowcy jest aktywnych – dotyczy to także sytuacji, kiedy de facto kierowca nie naciska hamulca, przyśpieszenia czy kierownicy			Kierowca musi przejąć prowadzenie, gdy systemy tego zażądają	Autonomiczne systemy prowadzące pojazd nie wymagają przejęcia prowadzenia przez człowieka	
	Obecne systemy wsparcia kierowcy			Obecne systemy automatycznej jazdy		
Zadania realizowane przez systemy	Funkcje wsparcia ograniczone do ostrzegania i krótkotrwałej asysty kierowcy	Funkcje wspomagają kierowanie LUB hamowanie/przyspieszanie auta	Funkcje wspomagają kierowanie i JEDNOCZEŚNIE przyspieszanie/hamowanie auta	Funkcje autonomicznej jazdy działają w ściśle określonych warunkach i nie funkcjonują, dopóki wszystkie wymagane warunki nie zostaną spełnione		Funkcje autonomicznej jazdy prowadzą pojazd w każdych warunkach
Przykładowe rozwiązania już istniejące w wybranych pojazdach	■ automatyczne hamowanie awaryjne ■ ostrzeganie o obiekcie w martwym polu obserwacji ■ ostrzeganie przed niezamierzoną zmianą pasa ruchu	■ automatyczne utrzymywanie pojazdu na pasie ruchu LUB ■ tempomat adaptacyjny	■ automatyczne utrzymywanie pojazdu na pasie ruchu ORAZ ■ tempomat adaptacyjny działający w tym samym czasie	■ autonomiczna jazda w korku	■ autonomiczna taksówka (tylko zasięg lokalny) ■ pedały hamulca, przyspieszenia czy kierownica nie muszą być w ogóle zainstalowane w pojeździe	■ tak jak w przypadku poziomu 4, z tą różnicą, że system jest w stanie prowadzić gdziekolwiek i w dowolnych warunkach

Copyright © 2018 SAE International

Samochodów na drogach całego świata jest coraz więcej. Wciąż jednak za kierownicą praktycznie wszystkich znajdziemy człowieka. Choć pojawiają się już pierwsze istotne zmiany w transporcie. ***Czy nadchodzi autonomiczna rewolucja?***

ZNE POJAZDY?

pomysł, by pracę żyroskopowego kompasu połączyć z hydraulicznie sterowanymi lotkami samolotu, otrzymujemy gotowe rozwiązanie.

Drogi to chaos

W przypadku dróg publicznych liczba zmiennych, które należy uwzględnić, by system mógł dysponować równaniem umożliwiającym deterministycznie przewidzieć, co w następnej kolejności należałoby wykonać, by bezpiecznie dotrzeć do celu, jest olbrzymia. To z kolei oznacza, że pojazd autonomiczny w istocie musi być komputerem na kołach. Tu już nie wystarczy żyroskop i hydrauliczne lotki jak w przypadku autopilota z początków XX wieku.

Przyjęło się, że stopień autonomii samochodów można podzielić na sześć różnych poziomów zaawansowania. Twórcą takiego podziału jest organizacja SAE International, a opis charakterystyki każdego z poziomów znajdziecie w ramce „Poziomy autonomii samochodów". Warto przy tym zaznaczyć, że podział ten nie jest sztywny, lecz ewoluuje wraz z rozwojem techniki. Na przykład standard SAE J3016 w wersji opublikowanej jeszcze w 2016 roku dla poziomu 0 nie przewidywał w zasadzie żadnych systemów asystujących kierowcy. Teoretycznie to nic dziwnego, przecież poziom 0 to brak autonomii. Niemniej najnowsza klasyfikacja z 2018 roku zakłada, że auto może być wyposażone w takie usprawnienia technologiczne, jak na przykład system automatycznego wspomagania hamowania awaryjnego czy ostrzeganie przed obiektami w martwym polu obserwacji i w dalszym ciągu będziemy mieli do czynienia z autem nieautonomicznym. Pamiętajmy, obecność asystentów chwilowo wyręczających nas w prowadzeniu samochodu to jeszcze nie autonomia!

Autonomia a autopilot

Chyba najbardziej „medialnym" systemem wspomagania kierowcy jest wbudowywana w pojazdy marki Tesla funkcja (czy raczej zespół funkcji) o nazwie Autopilot. W internecie jest mnóstwo filmów, podczas których nierozważni kierowcy wykorzystują tę funkcję, by pokazać, że „auto samo jedzie". Tymczasem Autopilot Tesli, choć imponuje możliwościami, to system bardzo odległy od tego, co można byłoby nazwać autonomią poziomu 5. Podobnie jest w przypadku jakiegokolwiek pojazdu jakiejkolwiek innej marki. Obecność systemów automatycznie prowadzących samochód na autostradzie i inne rozwiązania zbliżają nas do autonomii, ale wciąż jeszcze żadne produkcyjne auto jej nie osiągnęło. Brakuje przede wszystkim dwóch rzeczy: redundancji i komunikacji. Redundancja to rozwiązanie skutecznie zwiększające bezawaryjność danego rozwiązania – to właśnie dlatego jakiekolwiek promy kosmiczne miały nie tyle zdublowane, ile potrojone pokładowe systemy komputerowe nawigacji. Gdy jakiś element zawiódł, jego funkcje przejmowała kopia zapasowa. W przypadku najbardziej wyrafinowanych, produkcyjnych aut z jakimś poziomem autonomii, kopią zapasową pokładowego systemu nawigacji i prowadzenia pojazdu jest wciąż… człowiek.

Funkcja Autopilot uruchomiona na pokładzie samochodu Tesla z serii X. Autopilot przez wiele osób jest uznawany za pełną autonomię, tymczasem to nawet nie jest poziom 4 autonomii. Dopiero najnowsze wersje tej funkcji aspirują do poziomu 4

Więcej mocy!

Pojazdy autonomiczne potrzebują olbrzymiej mocy. Nie chodzi oczywiście o silnik, lecz o moc obliczeniową oraz odpowiednio wydajne systemy łączności. Moc obliczeniowa jest konieczna między innymi do tego, by w czasie rzeczywistym komputer pokładowy pojazdu uznawanego za autonomiczny mógł zanalizować wszystkie dane z niezwykle bogatego zestawu sensorów,

Przyszłość autonomicznego transportu miejskiego? Modułowa, autonomiczna platforma transportowa Panasonic e_Torta może być wykorzystywana do przewozu pasażerów albo towarów – zależnie od zamontowanego na autonomicznym podwoziu modułu. Taki koncept Panasonic zaprezentował na tegorocznych targach CES 2019

kamer i radarów, przetworzyć je i podjąć optymalną decyzję. To wszystko musi się dziać teraz. Poruszający się pojazdem ludzie nie mogą „poczekać" na wynik obliczeń. Ułamek sekundy zawahania na drogach często jest elementem decydującym o jakimś wypadku. Zdaniem firm pracujących nad autonomicznymi pojazdami liczba danych, które pojazd mający aspiracje do pełnej autonomii będzie musiał przetworzyć, idzie co najmniej w dziesiątki, jeżeli nie setki gigabajtów – dziennie. W pewnych sytuacjach komputer pokładowy musi być zdolny przetrawić nawet gigabajt danych na sekundę.

Kolejnym elementem układanki o nazwie „autonomiczny transport" jest łączność. Już dziś spotykane są rozwiązania będące początkiem systemów łącznościowych typu c2c (car-to-car), kiedy to samochód jest w stanie wymieniać pewne informacje z innymi pojazdami bez udziału człowieka. Czy to potrzebne? Niezbędne. Nawet najbardziej wyrafinowany system odosobniony nie jest w stanie przewidzieć absolutnie wszystkich sytuacji na drodze. Jednak pojazd stanowiący jeden z licznych elementów usieciowionego transportu będzie miał dużo większą wiedzę o otoczeniu, a to z kolei pozwoli lepiej dostosować sposób autonomicznego prowadzenia do istniejących warunków. Czy tego chcemy czy nie, autonomiczny transport prędzej czy później nadejdzie. Według danych WHO (Światowa Organizacja Zdrowia) rocznie na drogach całego świata ginie 1,35 miliona ludzi. Dzięki autonomii mamy szanse zniwelować liczbę wypadków na drogach do zera.

*W 2008 roku połowa ludzkości żyła w miastach – od tamtej pory miasta zyskują przewagę. Coraz więcej ludzi wybiera aglomeracje jako miejsce do życia. To olbrzymie wyzwanie – **jak zapewnić dużej liczbie mieszkańców relatywnie niewielkiego obszaru wygodne życie?** Pomóc może nowoczesna technika*

INTELIGENTNE MIASTA

Inteligentne miasto – czyli właściwie co?

Istnieje wiele definicji pozwalających nazywać konkretne skupisko ludzi inteligentnym miastem (ang. smart city). Różnice pomiędzy tymi definicjami wynikają z różnego rozłożenia akcentów twórców tych definicji. Jedni skupiają się na innowacjach technologicznych, internecie rzeczy, łączności i telekomunikacji. Inni z kolei bardziej zwracają uwagę na kwestie efektywności energetycznej miasta, transportu czy kwestie społeczne.

Nowoczesne rozwiązania technologiczne to nieodłączny element miasta, by można było je określać jako smart city. Jednym z podstawowych elementów inteligentnych miast jest bogata infrastruktura techniczna w postaci różnorodnych zespołów czujników i innych urządzeń internetu rzeczy. Ich zadaniem jest gromadzenie i przesyłanie danych dotyczących różnorodnych struktur miejskich. Możemy wyobrazić sobie inteligentne miasto jako ucyfrowione miasto, gromadzące informacje na temat monitoringu, transportu, sieci energetycznej, wodno-kanalizacyjnej, gospodarki odpadami, miejskich systemów informacyjnych, szkół, szpitali, urzędów miejskich, łączności itp. Z założenia koncepcja smart city postuluje również stałe połączenie mieszkańców danego miasta z elementami usieciowionej infrastruktury miejskiej. Celem digitalizacji elementów struktur miejskich jest usprawnienie zarządzania miastem, efektywne wykorzystywanie energii i dostępnych zasobów, a przede wszystkim ułatwienie życia mieszkańcom. W praktyce nie ma jednego normatywnego modelu inteligentnego miasta. Wiele miast wprowadza poszczególne rozwiązania z zakresu smart city, przykłady takich innowacyjnych rozwiązań znajdziemy w miastach na całym świecie. Szczegóły w ramkach.

Reasumując, istniejące już dziś rozwiązania technologiczne umożliwiają budowę czy przekształcenie istniejących miast w smart city. Niemniej należy pamiętać, że nowoczesna technika – choć niezbędna do budowy inteligentnych miast – nie wystarczy. Bez determinacji władz miasta czy woli samych mieszkańców się to nie uda.

AMSTERDAM

Miasto wdrożyło i systematycznie rozwija kilkaset projektów z zakresu smart city. Bogata sensoryka pozwala zarządzać infrastrukturą w czasie rzeczywistym, mieszkańcy dysponują na przykład aplikacją MobyPark, która umożliwia im wynajmowanie własnych miejsc parkingowych innym. Dane z tej aplikacji wykorzystywane są z kolei przez władze miasta do analizy ruchu, a to tylko jeden z przykładów, kiedy dane do analizy są dostarczane przez samych obywateli. Wiele ulic Amsterdamu ma inteligentne oświetlenie, w którym intensywność światła jest regulowana w zależności od ruchu, co oszczędza energię.

Zdalnie sterowane oświetlenie miejskich ulic w Amsterdamie pozwala oszczędzić energię i dopasować jasność świateł do intensywności ruchu

NOWY JORK

Rozwój inteligentnych rozwiązań infrastrukturalnych w Nowym Jorku rozpoczął się w 2009 roku, kiedy władze miasta rozpoczęły współpracę z koncernami IBM i Cisco. W przestrzeni miejskiej znajdziemy inteligentne ekrany, sieć Wi-Fi dużych prędkości jest powszechna, szeroko wykorzystywana jest również technologia NFC. Nowy Jork organizuje też konkursy na aplikacje efektywnie wykorzystujące dane gromadzone przez miasto.

Testowane przez władze Dubaju autonomiczne minitaksówki to jeden z wielu pomysłów na smart city w stolicy

DUBAJ

Nie od dziś wiadomo, że to miasto ma ambicje. Do 2021 roku Dubaj chce być najbardziej inteligentnym miastem świata. Kilkaset wdrażanych projektów obejmuje między innymi autonomiczny transport publiczny, zaawansowaną infrastrukturę telekomunikacyjną czy możliwość wysyłania natychmiastowej informacji zwrotnej na temat korzystania z ucyfrowionych elementów miejskiej infrastruktury czy cyfrowych usług administracji miasta.

KOPENHAGA

Miasto stanowi dziś wzorzec smart city, w którym priorytetem jest ekologia. To najbardziej zielone miasto Europy. Do 2025 roku Kopenhaga ma być miastem neutralnym węglowo, co jest ewenementem na skalę światową, zwłaszcza że mówimy o istniejącym od wieków skupisku ludzi, a nie nowych projektach.

BARCELONA

Organizując co roku Mobile World Congress, włodarze miasta mogą u siebie zobaczyć najnowsze technologiczne rozwiązania. Miasto jako jedno z pierwszych w Europie ma intensywnie rozwijać sieć 5G. Kolejną ciekawostką jest Rec – lokalna, cyfrowa „waluta". Oprócz tego mamy warstwę miejskich sensorów (tak zwany system Sentilo), które dostarczają danych do nowej miejskiej platformy przetwarzania informacji. Interesujący jest również system zdalnego sterowania nawadnianiem terenów zielonych. Miasto wykorzystuje social media i geolokację do inteligentnego zarządzania przepływem ludzi w mieście.

W przypadku Singapuru inwestycje w smart city to konieczność przy ograniczonej przestrzeni i zasobach tego państwa-miasta

SINGAPUR

Ograniczona przestrzeń i zasoby naturalne tego państwa-miasta siłą rzeczy wymusiły wdrożenie wielu rozwiązań podnoszących inteligencję tego regionu. Według raportu Global Smart City Performance Index 2017 Singapur zdobył najwyższe noty w takich kategoriach, jak: produktywność, zdrowie, bezpieczeństwo czy mobilność. Ciekawostką jest na przykład projekt pozwalający zdalnie monitorować zdrowie starszych mieszkańców.

INTELIGENTNY DOM

Idea inteligentnego domu jest już dziś dość dobrze znana i rozpropagowana przez wielu producentów urządzeń IoT przeznaczonych dla gospodarstw domowych. ***Sterowanie urządzeniami elektrycznymi, oświetleniem, wentylacją, klimatyzacją, monitoringiem, sprzętem audio-wideo, AGD itp. to rozwiązania, które już dziś istnieją*** *i – o ile tylko budżet na to pozwala – mogą być stosowane przez konsumentów*

Hasło smart home jest skrzętnie wykorzystywane dziś przez działy marketingu producentów „inteligentnych" komponentów cyfrowego domu, od smart gniazdek elektrycznych, poprzez smart żarówki aż po wszelkiego rodzaju czujniki, sterowniki, zdalnie sterowane termostaty, kamery IP do monitoringu i wiele więcej. Wszystkie te urządzenia stanowią elementy internetu rzeczy (ang. Internet of Things – IoT).

Jednak internet rzeczy to pojęcie mieszczące w sobie więcej urządzeń niż tylko usieciowione komponenty cyfrowego, inteligentnego domu. W uproszczeniu można stwierdzić, że elementem internetu rzeczy jest każde urządzenie zdolne do łączności z innym urządzeniem i wymiany danych. Nie oznacza to wcale, że każde z tych urządzeń może łączyć się z użytkownikiem. Najczęściej wiele urządzeń łączących się ze sobą jest podłączonych do jednostki centralnej i to dopiero tę ostatnią kontroluje człowiek.

Systemy smart home

Aktualnie istniejące systemy smart home są mocno zróżnicowane. Na przykład niektóre rozwiązania sprowadzają się do szeregu zdalnie kontrolowanych (najczęściej za pomocą dedykowanej aplikacji mobilnej) czujników i urządzeń. Na przykład zdalnie sterowane elementy oświetlenia (smart żarówki), zdalnie sterowane urządzenia AGD (zautomatyzowane odkurzacze-roboty, pralki wyposażone w interfejs bezprzewodowy, smart telewizory czy lodówki z wbudowanym oprogramowaniem i łącznością Wi-Fi).

Cechą tych rozwiązań jest to, że każdy taki element jest wyposażony w moduł łączności z domową siecią Wi-Fi. Zaletą takiego podejścia jest bardzo łatwa instalacja takich urządzeń. Nie jest wymagana praca profesjonalnego montera, a niezbędnych ustawień dokonujemy za pomocą – najczęściej – smartfona z zainstalowaną odpowiednią aplikacją. Są też wady. Do nich można zaliczyć między innymi duże obciążenie domowej sieci bezprzewodowej, duże rozproszenie urządzeń, a gdy są one różnych marek, często może to wymagać różnych aplikacji sterujących dla różnych urządzeń. Mamy wtedy tak naprawdę duży zbiór niezależnych, zdalnie kontrolowanych elementów wyposażenia domu.

Na drugim biegunie spektrum rozwiązań z zakresu smart home mamy dedykowane rozwiązania spajające wiele urządzeń w jeden system, kontrolowany za pomocą nie tylko aplikacji mobilnej (w tym przypadku jednej do wszystkich komponentów), ale również za pomocą dedykowanej stacji centralnej. W tym przypadku taki system wymaga już jednak sporych nakładów finansowych i najczęściej też zatrudnienia fachowców, którzy zamontują i zainstalują odpowiednie urządzenia.

Sterowane za pomocą aplikacji w smartfonie oświetlenie to jeden z chętniej wybieranych gadżetów, tyle że nawet wiele takich żarówek nie czyni inteligentnego domu

Internet rzeczy jest większy od internetu ludzi

Przewiduje się, że na początku 2020 roku liczba podłączonych do sieci urządzeń przekroczy 20 mld, to znacznie więcej niż liczba internautów na całym świecie, których szacuje się na mniej więcej 4,5 mld. Dynamiczny rozwój urządzeń IoT to swego rodzaju system nerwowy, którego mózgiem w przyszłości mogą być specjalnie zaprojektowane sztuczne inteligencje. Na temat sztucznej inteligencji również przeczytacie na łamach naszego dodatku.

Smart żarówka to nie smart home

Warto też mieć na uwadze, że pojedynczy, podłączony do domowej sieci element, na przykład smart żarówka, nie czyni z naszego lokalu inteligentnego domu. Nie zmieni tego również więcej usieciowionych i zdalnie sterowanych urządzeń. Wszystko zależy od tego, w jaki sposób poszczególne elementy są ze sobą połączone i jak szeroki jest zakres tej współpracy. Istotny jest również poziom autonomii poszczególnych urządzeń.

Wyobraźmy sobie dom bogato wyposażony w szereg usieciowionych smart elementów. Mamy na przykład zdalnie sterowaną klimatyzację i system grzewczy (zdalnie regulowane termostaty grzejników), zdalnie regulowane rolety okienne, oświetlenie, zdalną kontrolę nad otwieraniem drzwi i okien itp. Jednak, czy taki, nawet bogaty zbiór smart komponentów czyni z danego lokalu prawdziwy smart home? Producenci tychże komponentów z pewnością będą to potwierdzali, jednak w rzeczywistości prawdziwy inteligentny dom przyszłości powinien być czymś więcej.

Automatyka a inteligencja

Mając w umyśle nasz hipotetyczny, pełny rozwiązań technicznych dom, wyobraźmy sobie dwa przykłady, jak realizowane może być proste działanie, na przykład ustawienie konkretnej temperatury w pomieszczeniu. W pierwszym przykładzie mieszkaniec domu może ustawić temperaturę na przykład na termostatach grzejników za pomocą aplikacji mobilnej, może też zdalnie uruchomić klimatyzację w razie potrzeby albo otworzyć okno.

INTERNET RZECZY

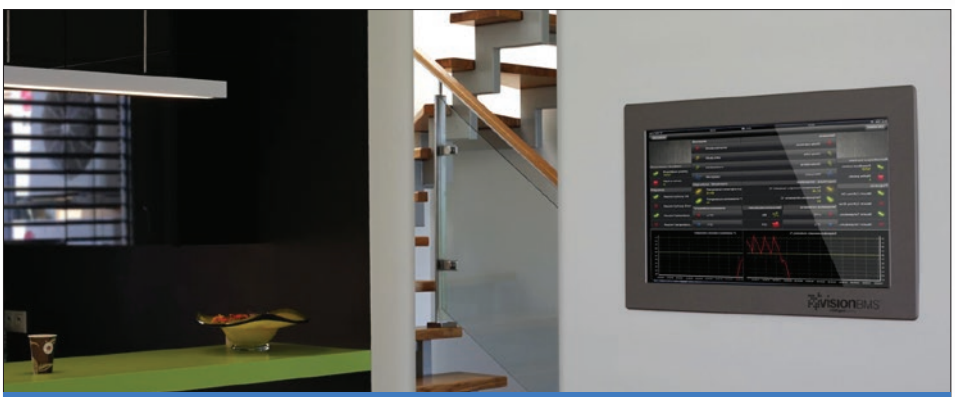
Prawdziwy smart home, nieprawdaż? Nie do końca. Jeżeli każde z urządzeń (termostaty, klimatyzacja, sterowniki okna itp.) jest oferowane przez zupełnie różnych producentów, sterowanie nimi może wymagać różnych aplikacji, a to powoduje bałagan. Trudno nazwać takie rozwiązanie komfortowym. Znacznie wygodniejszy w obsłudze będzie system smart home o jednolitym, spójnym interfejsie kontrolnym dla wszystkich podłączonych w danym domu urządzeń. Tyle że nawet taka unifikacja poszczególnych sprzętów w ramach spójnego systemu nie musi oznaczać inteligencji. Dzisiejsze nawet najbardziej rozbudowane aplikacje czy stacje zarządzające systemem smart home wciąż bardziej przypominają wirtualną tablicę rozdzielczą, za pomocą której możemy sprawdzać odczyty poszczególnych urządzeń i uruchamiać lub wyłączać każde z nich bądź sterować parametrami pracy.

Tymczasem o prawdziwie inteligentnym domu będzie można mówić wtedy, gdy istniejącą już dziś, wyrafinowaną infrastrukturą połączonych wzajemnie urządzeń będzie zarządzać inteligentny algorytm.

Wracając do naszego przykładu związanego z ustawieniem odpowiedniej temperatury w pomieszczeniu, smart home wyposażony w inteligentny algorytm nie będzie wymagać od użytkownika uruchomienia wybranych elementów (na przykład zdalnych termostatów, klimatyzacji czy otwarcia lub zamknięcia okien). Użytkownik musi jedynie sprecyzować polecenie (czy na przykład ogrzać pomieszczenie, czy je ochłodzić). Dopiero inteligentny algorytm zdecyduje o tym, jak w praktyce zrealizować to polecenie. Inteligentny dom powinien sam zdecydować, czy optymalnym rozwiązaniem będzie na przykład włączenie klimatyzacji (co spowoduje wzrost zużycia energii), czy może lepszym wyjściem będzie wyłączenie grzejników lub otwarcie okien, czy na przykład odsłonięcie rolet. Tak jak człowiek potrafi podjąć racjonalną decyzję, dysponując odpowiednimi informacjami, tak inteligentny dom, dzięki monitorowaniu zużycia energii, temperatury wewnętrznej i zewnętrznej, poziomu nasłonecznienia danego pomieszczenia, prognozy pogody, będzie potrafił zrealizować zadanie w efektywny energetycznie sposób.

Oczywiście tak wyrafinowane zarządzanie wymaga „zatrudnienia" sztucznej inteligencji. Póki co nie ma na rynku systemu oferującego tak rozbudowane możliwości przy jednoczesnym, minimalnym angażowaniu użytkownika. Niemniej dynamiczny rozwój inteligentnych algorytmów, sukcesy głębokiego uczenia maszynowego oraz stale powiększający się internet rzeczy niebawem pozwolą nam konstruować tak rozbudowane systemy smart home.

Dzisiejsze inteligentne domy to szeroko pojęta automatyzacja i możliwość zdalnego sterowania wieloma urządzeniami w domu. Wciąż brakuje tylko jednego: inteligencji. Tę póki co zapewnia człowiek



Dzisiejsze, najbardziej zaawansowane systemy smart home to centralnie sterowane rozwiązania dające duży poziom automatyzacji, ale też wymagające sporych nakładów. Na zdjęciu ekran konsoli polskiego systemu Vision BMS

Smart home dziś i jutro

Dzisiejsze inteligentne domy to systemy automatyzacji elementów wyposażenia domu, a nie systemy podejmujące autonomiczne decyzje na podstawie poleceń użytkownika. Są to po prostu obłożone mnóstwem czujników i zdalnie sterowanych urządzeń nieruchomości. Daje to oczywiście nieporównywalnie większe możliwości zarządzania domem niż brak jakichkolwiek smart urządzeń. Możliwość monitorowania zużycia energii, wody, ciepła itp. w połączeniu ze zdalną kontrolą poszczególnych urządzeń daje użytkownikom nie tylko komfort, ale i wymierne oszczędności.

W przyszłości zmianę przyniesie „zatrudnienie" w domowych instalacjach sztucznej inteligencji. Inteligentne algorytmy sterujące instalacją inteligentnego domu będą miały bardzo istotną przewagę. Będą potrafiły autonomicznie podjąć decyzję dotyczącą optymalnego (w kontekście wydanego przez użytkownika polecenia) wykorzystania poszczególnych smart komponentów. Dopiero to uczyni z danego budynku prawdziwy smart home przyszłości. Nie ulega wątpliwości, że produkty związane z rynkiem smart home będą dalej rozwijane, bo ich potencjał w żadnym razie jeszcze nie został wykorzystany w pełni.

Wykorzystanie inteligentnych algorytmów do zarządzania domami i mieszkaniami umożliwi nie tylko większy komfort i lepszą świadomość wykorzystania zasobów energetycznych, ale przede wszystkim, dzięki efektom skali, pozwoli na łatwiejsze budowanie z inteligentnych domów całych inteligentnych osiedli i miast.

TELEMEDYCYNA

Zarówno w Polsce, jak i na całym świecie liczba lekarzy jest zbyt niska. Przy stale rosnącej populacji i jednocześnie coraz większej złożoności współczesnej medycyny nie będzie lepiej. ***W sukurs pacjentom i wszystkim potrzebującym wykwalifikowanej opieki medycznej mogą przyjść innowacyjne rozwiązania z zakresu telemedycyny***

Telemedycyna to pojęcie odnoszące się do usług medycznych i opieki zdrowotnej świadczonej nie w placówce zdrowia (przychodnie, szpitale itp.), lecz zdalnie, za pomocą odpowiednich urządzeń telekomunikacyjnych i informatycznych. Telemedycyna pozwala pokonać geograficzną barierę wymiany specjalistycznych informacji i wiedzy medycznej. Przy czym poprzez świadczenie usług medycznych na odległość należy rozumieć nie tylko przesyłanie samej wiedzy, na przykład porady lekarskiej za pomocą rozmów wideo, ale też obrazów diagnostycznych wysokiej rozdzielczości czy nawet zdalnie prowadzonych operacji chirurgicznych (patrz ramka). Jednym z wniosków konferencji „Cyfrowy Szpital Przyszłości", która miała miejsce w ubiegłym roku w Krakowie, jest stwierdzenie ekspertów, że około 30% spraw na linii pacjent – lekarz można załatwić właśnie dzięki telemedycynie, bez fizycznej obecności pacjenta w gabinecie lekarskim. Nie bez znaczenia jest również to, że telemedycyna ułatwia tworzenie dokumentacji medycznej, proces ten może być w znacznym stopniu zautomatyzowany właśnie dzięki użytym cyfrowym technikom łączności i analizie przekazu. Podczas tradycyjnej wizyty lekarz musi dzielić swój czas pomiędzy leczenie pacjentów i przerośniętą biurokrację.

Medycyna jest dziś dziedziną bardzo złożoną, a wobec stale rosnącej bazy wiedzy na temat zdrowia i ludzkiej biologii trudno oczekiwać, że w przyszłości będzie ona prostsza – choć paradoksalnie, dzięki nowoczesnym technologiom może tak się stać. Uproszczenie może jednak dotyczyć nie samej wiedzy medycznej, lecz metod świadczenia opieki zdrowotnej. Dzięki telemedycynie lekarz specjalista może pomagać pacjentom nie tylko bezpośrednio, ale również na odległość. Niestety, wciąż problemem pozostaje czas pracy specjalisty, trudno sobie bowiem wyobrazić, by wysokiej klasy lekarz specjalista pracował 24 godziny na dobę, niezależnie od tego, jak wyrafinowaną techniką telemedyczną będzie dysponował.

Medycyna i sztuczna inteligencja

Zasobem, którego niestety nigdy nie mamy w nadmiarze, jest czas. Dlatego coraz bardziej istotne w medycynie stają się maszynowo wyuczone algorytmy sztucznej inteligencji. Już dziś „medycznie wykształcone" sieci neuronowe sprawdzają się w roli diagnostów, skutecznie wykrywając na przykład patologiczne, nowotworowe zmiany w tkankach lepiej od niejednego lekarza.

Jednak tu nie chodzi o to, by być lepszym. Największą zaletą komputerów jest to, że te, gdy już nauczone pewnych działań, są w stanie wykonywać czynności znacznie szybciej od człowieka. Dla rozbudowanej diagnostycznej sztucznej inteligencji, takiej jak na przykład rozwiązanie opracowane w 2017 roku przez naukowców Uniwersytetu Stanforda.

Badacze opracowali algorytm diagnostyczny, który jest w stanie bez udziału człowieka (w tym przypadku wykwalifikowanego patologa) wykryć nowotwory skóry na podstawie analizy zdjęć pacjentów. Ma to o tyle znaczenie, że problem nowotworów skóry jest dość powszechny (w samych tylko Stanach Zjednoczonych wykrywa się rocznie 5,4 mln nowych przypadków). Ponadto w przypadku nowotworów im szybciej zmiany tkanki są zdiagnozowane, tym większe są szanse na wyleczenie. Podjęcie leczenia we wczesnym stadium czerniaka (nowotwór skóry) daje przeżywalność pacjentów aż 97%, później współczynnik ten drastycznie spada do kilkunastu procent.

Oczywiście mowa o rozwiązaniu zastępującym póki co tylko diagnostykę, ale już to daje olbrzymie korzyści czasowe. Komputer jest w stanie zanalizować bardzo duży zbiór danych w krótkim czasie, dostarczając lekarzom kompetentnych informacji o najbardziej pilnych przypadkach.

Lekarz w smartfonie

Odnosząc się do podanego wyżej przykładu algorytmu wykrywającego raka skóry, łatwo możemy wyobrazić sobie wgranie tego algorytmu na przykład w smartfon użytkownika, dzięki czemu ten samodzielnie będzie mógł zdiagnozować wszelkie podejrzane zmiany zaobserwowane na swojej skórze. Zresztą wspomniani naukowcy ze Stanforda pracują również i nad tym rozwiązaniem, choć zastrzegają, że wprowadzenie tej technologii „pod strzechy" będzie wymagało solidnie przeprowadzonych badań klinicznych. Istotne jest również to, że stale rozwija się dokładność podsystemów rejestracji obrazu wbudowanych w smartfony. Już dziś zachwycamy się świetnymi zdjęciami wykonanymi flagowymi modelami smartfonów.

Telemedycyna to nie administracja

Wiele osób zapytanych o to, czym jest telemedycyna, myli to pojęcie z możliwością zarejestrowania się do lekarza specjalisty czy na badania w konkretnej placówce przez internet. Tymczasem dostęp online do usług rejestracyjnych w służbie zdrowia to jedynie usprawniona administracja, która z telemedycyną ma niewiele wspólnego. Telemedycyna pozwala na odległość wykonywać czynności stricte medyczne, a nie administracyjne. Zatem możliwość zdalnej diagnostyki pacjenta czy przeprowadzenia zdalnie wywiadu lekarskiego lub na przykład zabiegu za pomocą zdalnie sterowanego przez lekarza specjalistę urządzenia jak najbardziej będzie mieściło się w zakresie telemedycyny.

PRZYSZŁOŚCI

W przyszłości jest szansa, że technologiczny potencjał komponentów smartfonów może być wykorzystany w bardziej szczytnym celu niż zwykłe wykonywanie zdjęć.

Przyszłość medycyny

Przyszłość medycyny jest nierozerwalnie związana z rozwojem algorytmów sztucznej inteligencji, maszynowo uczone komputery będą w stanie podejmować decyzje nie tylko w zakresie diagnostyki, z czym mamy do czynienia już dziś, ale również w zakresie proponowanej terapii, odpowiednich leków. Wydaje się również, że w dalszej przyszłości możliwe jest także przeprowadzanie operacji przez maszyny, które – odpowiednio skonstruowane i wyposażone we właściwie wyedukowaną sztuczną inteligencję – będą dokładniejsze i szybsze od ręki najsprawniejszego chirurga. Jednak lekarze nie muszą obawiać się utraty pracy jeszcze bardzo długo. Póki co potrzebujemy ich coraz więcej, dobrze jednak wiedzieć, że mogą oni liczyć na coraz bardziej wyrafinowaną pomoc ze strony nowoczesnej techniki.

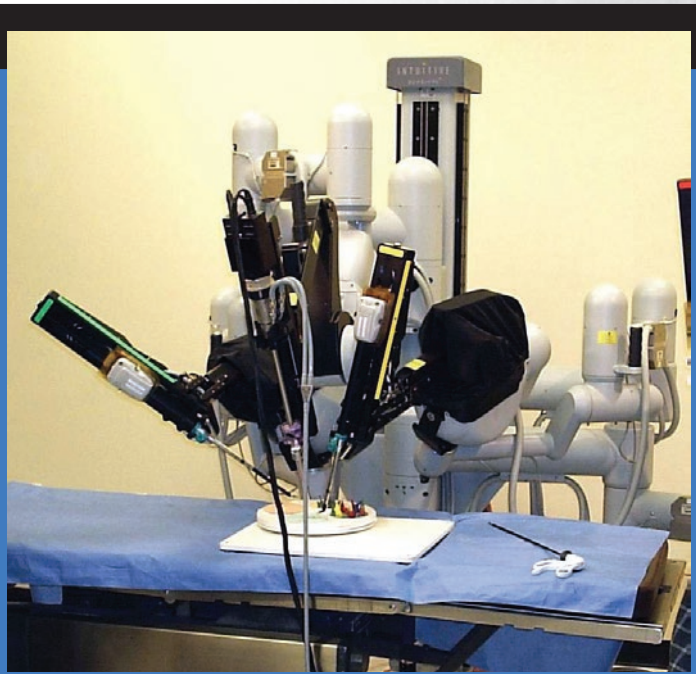
Telemedycyna w Polsce

Przykładem funkcjonującej w naszym kraju placówki medycznej świadczącej oprócz usług stacjonarnych również usługi telemedyczne jest spółka iMed24 SA. Firma ta wchodzi w skład krakowskiej Grupy Comarch. Do oferowanych przez nią usług telemedycznych należy platforma e-Care umożliwiająca ciągły, zdalny monitoring stanu zdrowia pacjentów. Elementami tej platformy są między innymi aplikacja Comarch Holter (analiza wyników badań uzyskanych na podstawie zdalnego monitorowania pracy serca metodą Holtera), cyfrowy rejestrator EKG Comarch PMA czy Comarch KTG, przenośne urządzenie przeznaczone do wykonywania badań kardiotokograficznych (badanie serca płodu w łonie matki) w warunkach domowych bezpośrednio przez pacjentkę. Dane są automatycznie transmitowane do centrum medycznego dzięki wbudowanym modułom łączności z siecią komórkową

Robot da Vinci

Opracowany przez amerykańską firmę Intuitive Surgical robot chirurgiczny da Vinci to urządzenie wykorzystywane obecnie przez bardzo wiele placówek medycznych. Robot pozwala na precyzyjne przeprowadzanie małoinwazyjnych zabiegów chirurgicznych i najczęściej wykorzystywany jest w sposób bezpośredni (lekarz na miejscu danej placówki). Robot ten ma jednak możliwość przeprowadzania operacji telemedycznych, prezentację jego możliwości w tym zakresie przeprowadzono już w 2005 roku: konsola sterownicza robota zainstalowana była w laboratoriach Uniwersytetu w Cincinnati, USA, a właściwy robot dokonywał zabiegu chirurgicznego. Podczas operacji wykorzystywane było niespecjalizowane łącze internetowe. Mimo imponujących możliwości tego urządzenia niektórzy zwracają uwagę również na pewne wady, na przykład brak technologii haptycznej, czyli możliwości otrzymania dotykowej informacji zwrotnej od ciała pacjenta, chirurg przeprowadzający zdalnie operację może polegać wyłącznie na obrazie przekazywanym przez robota.

Ten kosztowny sprzęt posiadają również niektóre placówki medyczne w Polsce (między innymi Wojewódzki Szpital Specjalistyczny we Wrocławiu czy Specjalistyczny Szpital Miejski im. Mikołaja Kopernika w Toruniu, pod koniec 2018 roku za kwotę 14 milionów złotych najnowszą wersję robota zakupiło również Wielkopolskie Centrum Onkologii w Poznaniu).



BUSINESS INSIDER POLSKA

TRENDS FESTIVAL

2-3.10.2019
Warszawa

Paul Fabretti
Dyrektor komunikacji Microsoft

Hannes Schmid
Legendarny fotograf kampanii Marlboro

Zev Siegl
Współzałożyciel Starbucksa

-30% zniżki z kodem KOMPUTERSWIAT*
Już dziś kup bilet na trendsfestival.pl!

* Aby uzyskać rabat, należy wpisać kod promocyjny o treści KOMPUTERSWIAT w trakcie procesu kupowania biletu na stronie trendsfestival.pl

Komputer Świat od 1998 roku

Adres redakcji: 02-672 Warszawa, ul. Domaniewska 52
internet: www.komputerswiat.pl, forum.komputerswiat.pl
e-mail: redakcja@komputerswiat.pl
Agnieszka Serafinowicz: autorka tekstów
Rafał Kamiński: redaktor naczelny
Tomasz Paczuski: z-ca redaktora naczelnego, szef wydania drukowanego
Agnieszka Al-Jawahiri: z-ca redaktora naczelnego, szef wydań specjalnych
Jolanta Rososińska: korekta
Robert Dobrzyński: dyrektor artystyczny
Mariusz Rybak: redaktor graficzny

ringier axel springer

Wydawca: RINGIER AXEL SPRINGER POLSKA Sp. z o.o.
Członek Izby Wydawców Prasy i Związku Kontroli Dystrybucji Prasy
www.ringieraxelspringer.pl, asp@axelspringer.pl
Adres: 02-672 Warszawa, ul. Domaniewska 52
tel. 22 2320000, 22 2320001

Prezes Zarządu: Mark Dekan
Prezes Honorowy: Wiesław Podkański
Dyrektor Generalny: Marcin Biegluk
Dyrektor Wydawniczy: Paweł Paczuski
Dyrektor Finansowy: Krzysztof Stopa
Dyrektor Sprzedaży: Mariusz Wąsiński
Dyrektor Marketingu: Olga Korolec

media impact

Biuro reklamy: Media Impact
reklama.warszawa@mediaimpact.pl
tel. (12) 2600200 (BOK)

Business Project Manager: Paweł Bulwan
Dział personalny: Monika Remiszewska
Księgowość: Katarzyna Fita (dyrektor)
Kolportaż: Rafał Kamiński (dyrektor)
Produkcja: Mariusz Gajda
Druk: Quad/Graphics Europe Sp. z o.o., Wyszków

Prenumerata i egzemplarze archiwalne:
tel. 22 3367901, infolinia 801000869;
e-mail: prenumerata.axel@qg.com (zamówienia)

Sprzedaż internetowa: www.literia.pl
Prenumerata zagraniczna: www.literia.pl
E-wydania: ksplus.pl

Redakcja nie zwraca materiałów niezamówionych, zastrzega sobie prawo redagowania nadesłanych tekstów, nie odpowiada za treść zamieszczanych reklam i ogłoszeń

Zabroniona jest bezumowna sprzedaż czasopisma po cenie niższej od ceny detalicznej ustalonej przez wydawcę. Sprzedaż numerów aktualnych i archiwalnych po innej cenie jest nielegalna i grozi odpowiedzialnością karną.